

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209356

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 L 23/427

H 0 5 K 7/20

識別記号

F I

H 0 1 L 23/46

H 0 5 K 7/20

A

Q

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-29987

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月14日

(31) 優先権主張番号 特願平8-313536

(32) 優先日 平8(1996)11月25日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 小林 和雄

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 川口 清司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 長賀部 博之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 弁理士 石黒 健二

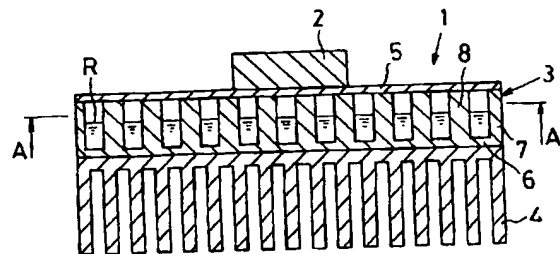
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 沸騰冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 あらゆる姿勢での使用に対応できる沸騰冷却装置1を提供すること。

【解決手段】 沸騰冷却容器3は、一定の間隔を保って対向する受熱壁5と放熱壁6、この両者間の外周を囲む周側壁7、受熱壁5と放熱壁6との間に設けられた複数の柱部材8より成り、受熱壁5、放熱壁6、及び周側壁7によって密閉された空間が形成され、その閉空間に所定量の冷媒Rが封入されている。発熱体2は受熱壁5の表面略中央部に配されて受熱壁5の表面に密着した状態で受熱壁5に固定されている。放熱フィン4は放熱壁6の表面全体に配されて放熱壁6の表面に密着した状態で受熱壁5に固定されている。柱部材8は、放熱壁6及び周側壁7と一体に複数個設けられて、放熱壁6の平面上で相互に略等間隔に配置され、先端面が受熱壁5の内壁面に当接している。冷媒Rは、閉空間の半分強程度の量が封入されている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】対向して配置された受熱壁と放熱壁とを有し、この受熱壁及び放熱壁とともに閉空間を形成して、その閉空間に冷媒が封入された沸騰冷却容器と、前記放熱壁と熱的に結合して設けられた放熱フィンとを備え、

前記受熱壁の表面に固定された発熱体の熱を前記受熱壁から冷媒を媒体として前記放熱壁へ伝達し、更に前記放熱壁から前記放熱フィンを通じて外部へ放出する沸騰冷却装置であって、

前記沸騰冷却容器は、前記閉空間にて前記受熱壁と前記放熱壁とを熱的に連結する伝熱部材を具備していることを特徴とする沸騰冷却装置。

【請求項2】前記伝熱部材は、前記沸騰冷却容器と別体に設けられていることを特徴とする請求項1に記載した沸騰冷却装置。

【請求項3】前記伝熱部材は、熱伝導性に優れる金属材料により柱状に設けられ、一端面が前記受熱壁に当接し、他端面が前記放熱壁に当接していることを特徴とする請求項1または2に記載した沸騰冷却装置。

【請求項4】前記柱状の伝熱部材は、前記受熱壁側より前記放熱壁側の方が太くなっていることを特徴とする請求項3に記載した沸騰冷却装置。

【請求項5】前記伝熱部材は、複数本設けられて、前記受熱壁及び前記放熱壁の平面内で前記発熱体の取付け部位に対応する領域に密に配置されていることを特徴とする請求項2～4に記載した沸騰冷却装置。

【請求項6】前記伝熱部材は、熱伝導性の高い金属製の板材を交互に折り曲げて波状に成形した波形フィンであり、各折り曲げ部が前記受熱壁と前記放熱壁とに接触して配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の沸騰冷却装置。

【請求項7】前記波形フィンは、前記発熱体の取付け部位に対応する領域でフィンピッチが密となる様に配置されていることを特徴とする請求項6記載の沸騰冷却装置。

【請求項8】前記波形フィンは、フィンピッチの異なる複数のフィンより構成されていることを特徴とする請求項7記載の沸騰冷却装置。

【請求項9】前記沸騰冷却容器は、前記波形フィンよりフィンピッチが密に形成されたフィン部材を具備し、このフィン部材が前記発熱体の取付け部位に対応する領域で前記受熱壁のみに接触して配置されていることを特徴とする請求項6～8に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項10】前記沸騰冷却容器は、前記発熱体の取付け部位に対応する領域で前記受熱壁の内壁面が凹凸形状に設けられていることを特徴とする請求項6～9に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項11】前記波形フィンは、壁面に冷媒が流通できる開口部を有していることを特徴とする請求項6～1

0に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項12】前記開口部は、ルーバであることを特徴とする請求項11に記載した沸騰冷却装置。

【請求項13】前記波形フィンは、折り曲げ部の位置を適宜ずらして形成することにより冷媒が流通できる開口部を有していることを特徴とする請求項6～12に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項14】前記波形フィンは、折り曲げ部の稜線に沿った方向の端面が前記沸騰冷却容器の内壁面から離れて配置されていることを特徴とする請求項6～13に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項15】前記波形フィンは複数使用され、折り曲げ部の稜線に沿った方向で相互に適宜な間隔を空けて配置されていることを特徴とする請求項6～14に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項16】対向して配置された受熱壁と放熱壁とを有し、この受熱壁及び放熱壁とともに閉空間を形成して、その閉空間に冷媒が封入された沸騰冷却容器と、前記放熱壁と熱的に結合して設けられた放熱フィンとを備え、

前記受熱壁の表面に固定された発熱体の熱を前記受熱壁から冷媒を媒体として前記放熱壁へ伝達し、更に前記放熱壁から前記放熱フィンを通じて外部へ放出する沸騰冷却装置であって、

前記沸騰冷却容器は、前記閉空間にて前記受熱壁と前記放熱壁とを熱的に連結する伝熱部材と、少なくとも前記受熱壁に接触して配置されたフィン部材とを具備していることを特徴とする沸騰冷却装置。

【請求項17】前記伝熱部材は、複数の柱状部材から成り、相互に適宜な間隔を置いて配置され、前記フィン部材は、少なくとも前記発熱体の取付け部位に対応する領域に配置されていることを特徴とする請求項16記載の沸騰冷却装置。

【請求項18】前記伝熱部材は、一端面が前記受熱壁に当接し、他端面が前記放熱壁に当接する中実の部材であり、前記発熱体の取付け部位に対応する領域に配置されていることを特徴とする請求項16記載の沸騰冷却装置。

【請求項19】前記沸騰冷却容器は、前記放熱壁の内壁面が凹形状に設けられていることを特徴とする請求項1～18に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項20】前記閉空間にて冷媒が凝縮する凝縮領域に冷媒より比重の重い可動体が收容され、この可動体が前記沸騰冷却容器の姿勢変化に応じて前記凝縮領域を移動できることを特徴とする請求項1～19に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【請求項21】前記沸騰冷却容器は、前記受熱壁が前記放熱壁より天地方向の上方側に配置されていることを特徴とする請求項1～20に記載した何れかの沸騰冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体素子等の発熱体を冷却する沸騰冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、冷媒の沸騰蒸発と凝縮液化の繰り返しによる熱伝達を利用して発熱体を冷却する沸騰冷却装置が知られている。この沸騰冷却装置は、冷媒を収容する冷媒槽と、この冷媒槽の上部に設けられた放熱器とを備え、冷媒槽で発熱体の熱を吸収して沸騰した冷媒が冷媒槽から放熱器へ移動し、その放熱器で冷やされて凝縮液化した後、再び冷媒槽へ戻る様に構成されている。発熱体から発生した熱は、冷媒が放熱器で凝縮する際に凝縮潜熱として外部に放出される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 近年、携帯端末等の需要により、あらゆる姿勢での使用に対応できる沸騰冷却装置が要求されているが、従来の沸騰冷却装置では、冷媒を如何に冷媒槽へ供給するかが問題となっている。例えば、沸騰冷却装置を天地方向に逆転した状態で使用する（冷媒槽が上で放熱器が下）、冷媒が放熱器内に溜まって冷媒槽へ供給できなくなるため、事実上、冷却装置として使用できない。本発明は、上記事情に基づいて成されたもので、その目的は、あらゆる姿勢での使用に対応できる沸騰冷却装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 請求項1の手段では、沸騰冷却容器は、閉空間にて受熱壁と放熱壁とを熱的に連結する伝熱部材を具備している。これにより、受熱壁が放熱壁より下方に位置する使用状態の時は、閉空間に封入されている冷媒が受熱壁の内壁面に接触しているため、発熱体の熱は、冷媒の沸騰と凝縮の繰り返しによって受熱壁から放熱壁へ伝達されるとともに、伝熱部材を通じても放熱壁へ伝達され、更に放熱壁から放熱フィンを通じて外部へ放出される。

【0005】 請求項2の手段では、伝熱部材が沸騰冷却容器と別体に設けられているため、伝熱部材の形状を自由に設計できるとともに、容器内（閉空間）での配置も自由である。また、伝熱部材を沸騰冷却容器と一体に形成する場合より、伝熱部材を別体とした方が容器の製造が簡単である。

【0006】 請求項3の手段では、伝熱部材が熱伝導性に優れた金属材料により柱状に設けられ、一端面が受熱壁に当接し、他端面が放熱壁に当接している。この場合、伝熱部材を容器と一体に切削加工によって形成することができる。あるいは型成形によって製造することも可能である。

【0007】 請求項4の手段では、請求項3に記載した柱状の伝熱部材は、受熱壁側より放熱壁側の方が太くなっている。この場合、受熱壁が放熱壁の上方側に配置さ

れる使用状態の時は、受熱壁が放熱壁の下方側に配置される使用状態の時より、閉空間に封入されている冷媒の液面が高くなる。これにより、発熱体の熱が受熱壁から伝熱部材を通じて冷媒へ伝わる伝熱経路が短くなり、その分、熱抵抗を小さくできるため、冷媒液面が低く伝熱経路が大きい場合より放熱性能が向上する。なお、受熱壁側より放熱壁側の方が太くなっている伝熱部材の形状としては、例えば円錐形状、あるいは受熱壁側から放熱壁側へ向かって段階的に太くなる段付き形状等が考えられる。

【0008】 請求項5の手段では、柱状の伝熱部材が複数本設けられ、各柱状伝熱部材が受熱壁及び放熱壁の平面内で発熱体の取付け部位に密に配置されている。これにより、発熱体の取付け部位に対応する領域で伝熱部材の放熱面積が増大するため、放熱性を向上できる。また、受熱壁が放熱壁の上方側に配置される使用状態の時には、冷媒が受熱壁に接していないため、発熱体から放出される放熱量が増大するとバーンアウトを生じる可能性があるが、伝熱部材を密に配置することで伝熱部材全体の伝熱面積（受熱壁から放熱壁へ熱を伝える面積）が増大して熱抵抗を低減できるため、受熱壁から伝熱部材を通じてより速く冷媒へ熱を伝えることができ、発熱体から放出される放熱量が増大してもバーンアウトを防止できる。

【0009】 請求項6の手段では、請求項1または2に記載した伝熱部材は、熱伝導性の高い金属製の板材を交互に折り曲げて波状に成形した波形フィンであり、各折り曲げ部が受熱壁と放熱壁とに接触して配置されている。この場合、波形フィンが高さ方向に弾力性を有しているため、波形フィンを受熱壁及び放熱壁の内壁面に接合（例えばろう付け）する際に、柱状の伝熱部材と比較して接合が容易である。つまり、柱状の伝熱部材では、放熱壁または受熱壁と接触する端面の平面度を厳しく管理する必要があるが、波形フィンでは厳しい寸法管理を必要としない。また、柱状の伝熱部材では、放熱面積を増大させるために細かな形状とするのは困難であるが、波形フィンであれば容易に放熱面積を増大させることができる。

【0010】 請求項7の手段では、請求項6に記載した波形フィンは、発熱体の取付け部位に対応する領域でフィンピッチが密となる様に配置されている。これにより、発熱体の取付け部位に対応する領域で波形フィンの放熱面積が増大して放熱性を向上できる。また、波形フィンのフィンピッチを密にすることで波形フィンの伝熱面積が増大して熱抵抗を低減できる。その結果、受熱壁が放熱壁の上方側に配置される場合でも、受熱壁から波形フィンを通じてより速く冷媒へ熱を伝えることができるため、発熱体から放出される放熱量が増大してもバーンアウトを防止できる。なお、フィンピッチとは、波形フィンの折り曲げ部と折り曲げ部（山と山、谷と谷）と

の間隔を言う。

【0011】請求項8の手段では、請求項7に記載した波形フィンがフィンピッチの異なる複数のフィンより構成されている。即ち、発熱体の取付け部位に対応する領域にはフィンピッチの小さい波形フィンを配置し、その他の領域にはフィンピッチの大きい波形フィンを配置することができる。このため、1枚の金属板でフィンピッチが異なる様に成形する必要はなく、元々フィンピッチの異なる別々の波形フィンを使用することができる。

【0012】請求項9の手段では、沸騰冷却容器は、請求項6～8に記載した何れかの波形フィンよりフィンピッチが密に形成されたフィン部材を具備し、このフィン部材が発熱体の取付け部位に対応する領域で受熱壁のみに接触して配置されている。この場合、受熱壁に接触するフィン部材によって放熱面積を増大できるため、放熱性を向上できる。なお、フィン部材は、波形フィンと同様に波形状に成形されたフィンでも良い。

【0013】請求項10の手段では、沸騰冷却容器は、発熱体の取付け部位に対応する領域で受熱壁の内壁面が凹凸形状に設けられている。この場合、内壁面を凹凸形状とすることで冷媒に接触する受熱壁の表面積が増大するため放熱性を向上できる（但し、受熱壁が放熱壁より下側に配置されている場合）。

【0014】請求項11の手段では、波形フィンは、壁面に冷媒が流通できる開口部（例えばスリット）を有している。これにより、発熱体の熱を受けて気化した沸騰蒸気をより効果的に周辺に移動させることができ、且つ凝縮液の移動も容易になるため、容器内（閉空間）での冷媒の循環を良好にできる。

【0015】請求項12の手段では、請求項11に記載した波形フィンの開口部は、ルーバである。この場合、元々ルーバを有する波形フィンを使用することによって請求項11に記載した効果を得ることができるため、新たに開口部を形成する必要はない。

【0016】請求項13の手段では、波形フィンは、折り曲げ部の位置を適宜ずらして形成することにより冷媒が流通できる開口部を有している。この場合も、請求項11と同様に、容器内（閉空間）での冷媒の循環を良好にできる。また、折り曲げ部の位置をずらすことで波形フィンの強度を向上できるため、容器の耐圧性を向上できる。

【0017】請求項14の手段では、波形フィンは、折り曲げ部の稜線に沿った方向の端面が沸騰冷却容器の内壁面から離れて配置されている。この場合、波形フィンの端面と容器の内壁面との間にクリアランスが設けられるため、沸騰蒸気と凝縮液との移動が容易になる。その結果、発熱体から受けた熱を周辺に拡散し易くなるため、放熱性を向上できる。なお、波形フィンは、折り曲げ部の稜線に沿った方向の両端面がそれぞれ容器の内壁面から離れて配置されていても良いが、何方か一方の

端面のみが容器の内壁面から離れて配置されていても良い（従って、他方の端面は容器の内壁面に接触していても良い）。

【0018】請求項15の手段では、波形フィンは複数使用され、折り曲げ部の稜線に沿った方向で相互に適宜な間隔を空けて配置されている。この場合も、請求項14と同様に、沸騰蒸気と凝縮液との移動が容易になるため、発熱体から受けた熱を周辺に拡散し易くなって放熱性能を向上できる。

10 【0019】請求項16の手段では、沸騰冷却容器は、閉空間にて受熱壁と放熱壁とを熱的に連結する伝熱部材と、少なくとも受熱壁に接触して配置されたフィン部材とを具備している。この場合、フィン部材によって放熱面積を増大できるため、その分だけ放熱性能を向上できる。なお、フィン部材としては、熱伝導性に優れた金属板を波形状に折り曲げた波形フィンを使用しても良い。また、フィン部材にスリット等の開口部を設けて冷媒が流通できる様に構成しても良い。

20 【0020】請求項17の手段では、請求項16に記載した伝熱部材は、複数の柱状部材から成り、相互に適宜な間隔を置いて配置され、フィン部材は、少なくとも発熱体の取付け部位に対応する領域に配置されている。この場合、フィン部材によって発熱体の取付け部位に対応する領域での放熱面積を増大できるため、放熱性能を向上できる。

30 【0021】請求項18の手段では、請求項16に記載した伝熱部材は、一端面が受熱壁に当接し、他端面が放熱壁に当接する中実の部材であり、発熱体の取付け部位に対応する領域に配置されている。この場合、伝熱部材を中実としたことで伝熱面積が増大して熱抵抗を小さくできるため、受熱壁に伝わった発熱体の熱をより早く放熱壁へ運ぶことができる。その結果、受熱壁が放熱壁より上側に配置された場合でもバーンアウトを防止することができる。

40 【0022】請求項19の手段では、放熱壁の内壁面が凹形状に設けられている。この場合、受熱壁が放熱壁の上方側に配置される使用状態の時は、受熱壁が放熱壁の下方側に配置される使用状態の時より、閉空間に封入されている冷媒の液面が高くなる。これにより、発熱体の熱が受熱壁から伝熱部材を通じて冷媒へ伝わる伝熱経路が短くなり、その分、熱抵抗を小さくできるため、冷媒液面が低く伝熱経路が大きい場合より放熱性能が向上する。

50 【0023】請求項20の手段では、閉空間の凝縮領域に冷媒より比重の重い可動体が収容され、この可動体が沸騰冷却容器の姿勢変化に応じて凝縮領域を移動できる。なお、凝縮領域とは、発熱体の熱を受けて沸騰した冷媒が凝縮潜熱を放出して凝縮できる領域である。これにより、閉空間の凝縮領域に可動体が収容されていない場合と比較して、凝縮領域での液冷媒の淀み（凝縮領域

と沸騰領域とを循環しないで淀んでいる液冷媒)を少なくすることにより放熱性能を向上できる。

【0024】請求項21の手段では、受熱壁が放熱壁より天地方向の上方側に配置されている。この場合、閉空間の冷媒が受熱壁の内壁面に接触していないため、発熱体の熱は受熱壁から伝熱部材に伝わり、この伝熱部材を通じて放熱壁へ伝達されるとともに、伝熱部材から冷媒へ伝達され、冷媒の沸騰と凝縮の繰り返しによって放熱壁へ伝熱される。これにより、受熱壁が放熱壁より天地方向の上方側に配置されている場合でも冷媒の沸騰と凝縮の繰り返しによる熱伝達が可能となり、発熱体の冷却装置として用いることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】次に、本発明の沸騰冷却装置を図面に基いて説明する。

(第1実施例)図1は沸騰冷却装置の断面図である。本実施例の沸騰冷却装置1は、携帯端末に使用される半導体素子等を具備した発熱体2を冷却するもので、沸騰冷却容器3(下述する)と放熱フィン4から成る。沸騰冷却容器3は、一定の間隔を保って対向する受熱壁5と放熱壁6、この両者間の外周を囲む周側壁7、受熱壁5と放熱壁6との間に設けられた複数の柱部材8(本発明の伝熱部材)より成り、受熱壁5、放熱壁6、及び周側壁7によって密閉された空間を形成して、その閉空間に所定量の冷媒Rが封入されている。

【0026】この沸騰冷却容器3は、例えばアルミニウム等の熱伝導性に優れた金属材料から成り、横寸法及び縦寸法に対して高さ寸法(図1の上下方向の寸法)が小さい扁平な箱型(例えば縦:60~70mm、横:60~70mm、高さ:5~10mm)に設けられている。なお、放熱壁6、周側壁7、及び柱部材8は一体に成形され、受熱壁5とろう付けにより気密に組合わされている。容器3の材料としては、アルミニウム以外に銅、ステンレス等を使用しても良い。本実施例の特徴である柱部材8は、周側壁7と同じ高さで複数個設けられ、放熱壁6の平面上で相互に略等間隔に配置されている(図2参照)。

【0027】冷媒Rは、容器3内に形成される閉空間の半分強程度(閉空間の容積の約6~7割)の量が注入パイプ9を通じて注入されている(図1参照)。注入パイプ9は、図3に示す様に、周側壁7の一部に設けられた注入口10に接続され、冷媒Rを注入した後、先端を封じ切って密閉される。なお、容器3の形状は、注入パイプ9の飛び出しを無くすために、図4に示す様に、注入口10が設けられた周側壁7の一部を内側へ窪ませた形状としても良い。発熱体2は、受熱壁5の表面略中央部に配されて、図示しないボルト等の締め付けによって受熱壁5の表面に密着した状態で固定されている。放熱フィン4は、熱伝導性に優れたアルミニウム又は銅等で形成され、放熱壁6の表面全体に渡って配され、図示しな

いボルト等の締め付けにより放熱壁6の表面に密着した状態で固定されている。

【0028】次に、本実施例の作動を説明する。

a) 沸騰冷却装置1を図5に示す姿勢(受熱壁5が放熱壁6の下方側に位置する)で使用する場合。
発熱体2から発生した熱は、受熱壁5を通じて容器3内に封入された冷媒Rに伝達されて冷媒Rを沸騰させる。但し、発熱体2から受熱壁5へ伝わる熱は、発熱体2の取付け部位から遠くなる程少なくなるため、容器3内の冷媒Rは、主に発熱体2の取付け部位に対応する領域(沸騰領域)で沸騰する。沸騰領域で沸騰した蒸気冷媒Rは、閉空間を水平方向(図5の左右方向)に拡がり、閉空間の沸騰領域から外れた領域(凝縮領域)で容器内壁面(放熱壁6、周側壁7、柱部材8の各壁面)に凝縮して液化する。液化した冷媒Rは、凝縮領域から再び沸騰領域へ供給されて、上記サイクル(沸騰-凝縮-液化)を繰り返す。発熱体2から冷媒Rに伝達された熱は、蒸気冷媒Rが容器内壁面に凝縮する際に凝縮潜熱として放出され、その凝縮潜熱が放熱壁6全体に伝わり、放熱壁6から放熱フィン4を通じて大気へ放出される。この場合、柱部材8は、沸騰領域では放熱面積を増大し、凝縮領域では凝縮面積を増大させることができるため、その放熱面積及び凝縮面積の増大した分、放熱性能を向上させることができる。

【0029】b) 沸騰冷却装置1を図1に示す姿勢(受熱壁5が放熱壁6の上方側に位置する)で使用する場合。

発熱体2から発生した熱は、受熱壁5から柱部材8に伝達され、その柱部材8を通じて放熱壁6に伝達されるとともに、柱部材8に接触する冷媒Rに伝達されて冷媒Rを沸騰させる。但し、発熱体2の取付け部位から遠くなる程、柱部材8の温度も低下するため、容器3内の冷媒Rは、発熱体2の取付け部位に配置された柱部材8に接触する領域(沸騰領域)で主に沸騰する。沸騰した蒸気冷媒Rは、閉空間を水平方向(図1の左右方向)に拡がり、閉空間の沸騰領域から外れた領域(凝縮領域)で容器内壁面(受熱壁5、周側壁7、柱部材8の各壁面)に凝縮して液化する。液化した冷媒Rは、凝縮領域から再び沸騰領域へ供給されて、上記サイクル(沸騰-凝縮-液化)を繰り返す。発熱体2から冷媒Rに伝達された熱は、蒸気冷媒Rが容器内壁面に凝縮する際に凝縮潜熱として放出され、その凝縮潜熱が放熱壁6全体に伝わり、放熱壁6から放熱フィン4を通じて大気へ放出される。一方、柱部材8を通じて放熱壁6に伝達された熱も、放熱壁6から放熱フィン4を通じて大気へ放出される。

【0030】(本実施例の効果)本実施例では、受熱壁5が放熱壁6の上方側に位置する使用状態の時でも、発熱体2から発生した熱を柱部材8を通じて冷媒Rに伝達できるため、冷媒Rの沸騰/凝縮の繰り返しによる熱伝達によって発熱体2を冷却することができる。また、柱

部材8によって直接受熱壁5から放熱壁6へ熱伝達できるため、高い放熱性能を得ることができる。なお、本実施例では、複数の柱部材8を放熱壁6の平面上で略等間隔に配置したが、図6に示す様に、ランダムに配置しても良い。

【0031】（第2実施例）図7は沸騰冷却装置1の断面図である。本実施例は、柱部材8の断面積を高さ方向（図7の上下方向）で変化させた一例を示すものである。柱部材8は、図7に示す様に、受熱壁5側から放熱壁6側へ向かって断面積が次第に大きくなる略円錐形状に設けられている。この場合、容器3内の閉空間は、容器3の高さ方向において放熱壁6側より受熱壁5側の方が広がる。このため、受熱壁5が放熱壁6の上方側に位置する使用状態の時には、図7に示す様に、冷媒Rの液面が高くなって受熱壁5に近づくことができる。このため、受熱壁5から柱部材8を通じて冷媒Rへ伝熱される伝熱経路を小さく（短く）できることから、熱抵抗が小さくなって放熱性能を向上できる。また、受熱壁5が放熱壁6の下方側に位置する使用状態の時には、図8に示す様に、冷媒Rの液面が低くなって容器3内の凝縮空間を大きく確保できるため、放熱性を向上する上で効果がある。

【0032】（第3実施例）図9は沸騰冷却装置1の断面図である。本実施例は、柱部材8を閉空間の沸騰領域（発熱体2の取付け部位に対応する領域）に密に配置した一例を示すものである。受熱壁5の発熱体2が取付けられている部分は、熱流束が高い（単位断面積当たりの移動熱量が大きい）ため、例えば受熱壁5が放熱壁6より上方側に配置されている場合（図9に示す状態）には、容器3内の冷媒Rが受熱壁5に接触していないことから、発熱体2の放熱量が大きくなった時にバーンアウトを生じる可能性がある。これに対し、本実施例では、図9及び図10（図9のB-B線に沿う断面図）に示す様に、容器3内の沸騰領域に柱部材8を密に配置したことで放熱面積を増大できるため、放熱性が向上してバーンアウトを防止することができる。

【0033】（第4実施例）図11は沸騰冷却装置1の断面図である。本実施例は、放熱壁6の内壁面（受熱壁5と対向する面）を凹形状（緩やかに湾曲した形状）とした一例を示すものである。本実施例の場合、容器3内の閉空間は、容器3の高さ方向（図11の上下方向）において放熱壁6側より受熱壁5側の方が広がっている。このため、受熱壁5が放熱壁6の上方側に配置される使用状態の時（図11に示す状態）は、受熱壁5が放熱壁6の下方側に配置される使用状態の時より、容器3内（閉空間）に封入されている冷媒Rの液面が高くなる。その結果、発熱体2の熱が受熱壁5から柱部材8を通じて冷媒Rへ伝わる伝熱経路が短くなるため、熱抵抗が小さくなって放熱性能を向上できる。

【0034】（第5実施例）図12は沸騰冷却装置1の

断面図である。本実施例は、容器3内の凝縮領域に可動体11を収容した一例を示すものである。可動体11は、図14（図12のC-C線に沿う断面図）に示す様に略口字形に設けられて、容器3内の沸騰領域に配置された柱部材8Aの周囲に配されている。この可動体11は、容器3に対して固定されておらず、容器3内を上下移動可能に設けられている。但し、可動体11は冷媒Rより比重が重く、容器3を天地方向に逆転して使用した場合でも絶えず容器3内の下部側に位置している（図12及び図13参照）。この様に、容器3内の凝縮領域に可動体11を収容したことで、沸騰領域の冷媒R液面が上昇するとともに、凝縮領域での液冷媒Rの淀み（凝縮領域と沸騰領域とを循環しないで淀んでいる液冷媒R）を少なくできることから放熱性能を向上できる効果が生じる。

【0035】（第6実施例）図15は沸騰冷却装置1の断面図である。本実施例は、容器3内の凝縮領域に可動体11を収容した他の例を示すものである。可動体11は、図15に示す様に容器3を立てた姿勢で使用した場合に、容器3内の下部側に形成される凝縮領域に収容されている。また、可動体11は、図16（図15のD-D線に沿う断面図）に示す様に、容器3内の凝縮領域を上下方向に移動可能な状態で収容されており、容器3を上下逆転して使用した場合でも絶えず容器3内の下部側に位置している（図15参照）。本実施例でも、凝縮領域での液冷媒Rの淀みを少なくできるので放熱性能の向上を期待できる。

【0036】（第7実施例）図17は沸騰冷却装置1の斜視図である。本実施例は、沸騰冷却容器3内（閉空間）に伝熱部材としての波形フィン12を配置した一例を示すものである。沸騰冷却容器3は、放熱壁6が1枚の金属板を所定の大きさに切断して形成され、受熱壁5と周側壁7とが放熱壁6と同一の金属板をプレス成形して一体に設けられている（図18参照）。なお、容器3の金属材料は、熱伝導性の高いアルミニウム、銅、またはステンレス等を使用することができる。放熱壁6には、容器3と同一の金属材料によって成形された放熱フィン4が固定されている。受熱壁5には、表面の略中央部に発熱体2がボルト（図示しない）等の締め付けによって固定されている。

【0037】波形フィン12は、図19に示す様に、例えばアルミニウム等の熱伝導性の高い金属製の薄板を交互に折り曲げて波状に成形したもので、容器3内の全域に渡って配され、各折り曲げ部が受熱壁5の内壁面と放熱壁6の内壁面とに接触してろう付け等により接合されている（図18参照）。なお、波形フィン12は、図20に示す様に、フィン壁面12aに開口部12bを設けても良いし、図21及び図22に示す様に、フィン壁面12aにルーバ12cが形成されていても良い。あるいは、図23及び図24に示す様に、波形フィン12の折

り曲げ部の位置をずらして段付形状とすることによってフィン壁面12aに開口部12bを設けても良い。

【0038】本実施例によれば、容器3内に波形フィン12を配置して受熱壁5と放熱壁6とに接触させたことにより、受熱壁5が放熱壁6の上方側に位置する使用状態の時でも、発熱体2から発生した熱を波形フィン12を通じて冷媒Rに伝達することができる。また、波形フィン12自身によって直接受熱壁5から放熱壁6へ熱伝達できるため、高い放熱性能を得ることができる。なお、波形フィン12は、フィン壁面12aに開口部12bやルーバ12cを形成することで、その開口部12bやルーバ12cの切り起こし穴を冷媒Rが流通できるため、容器3内の全域に波形フィン12を配置しても冷媒Rの循環が妨げられることはない。更に、本実施例では、受熱壁5及び放熱壁6の板厚が薄い場合でも、波形フィン12がリブ（補強材）の機能を果たすことによって発熱体2の取付け面強度及び放熱フィン4の接合面強度を向上できる。このため、受熱壁5と発熱体2との接触熱抵抗及び放熱壁6と放熱フィン4との接触熱抵抗を減らして放熱性能の向上を図ることができる。

【0039】伝熱部材として第1実施例に記載した様な多数の柱部材8（図1参照）を使用する場合には、放熱壁6または受熱壁5と接触する各柱部材8の端面の平面度を厳しく管理する必要があるとともに、各柱部材8の高さも一致させる必要がある。このため、柱部材8を切削によって形成すると極めてコストが高くなってしまう。これに対し、伝熱部材として波形フィン12を使用した場合は、波形フィン12自体が高さ方向（図18の上下方向）に弾力性を有しているため、厳しい寸法管理を必要とせず、受熱壁5及び放熱壁6に対して容易にろう付けすることができる。また、柱部材8を型成形することもできるが、この場合、放熱面積を増大させるために柱部材8をより細かな形状とするのが困難であるのに対して、波形フィン12を使用すれば容易に放熱面積を増大させることができる。

【0040】（変形例）本実施例の場合、図25に示す様に、高さの低い波形フィン12を二段（または三段以上）に配置しても良い。但し、各波形フィン12は、相互に熱伝達できる様に折り曲げ部同士的位置を合わせて接合されている。沸騰冷却容器3は、図26に示す様に、受熱壁5を1枚の金属板で形成し、放熱壁6と周側壁7とをプレス成形によって一体に設けても良い。または、図27に示す様に、放熱壁6と受熱壁5とを同一形状（皿形）に成形しても良い。あるいは、図28に示す様に、受熱壁5と周側壁7とをプレス成形でなく切削加工によって一体に形成することもできる。この場合、受熱壁5を1枚の金属板で形成し、放熱壁6と周側壁7とを切削加工によって一体に形成しても良いことは言うまでもない。

【0041】（第8実施例）図29は沸騰冷却容器3の

断面図である。本実施例では、波形フィン12のフィンピッチ（折り曲げ部と折り曲げ部との間隔）が発熱体2の取付け部位に対応する領域で密（小さい）となる様に設けられている。これにより、波形フィン12の放熱面積が増大して放熱性能を向上できる。また、受熱壁5の発熱体2が取り付けられている部分は、熱流束が高い

（単位面積当たりの移動熱量が大きい）ため、発熱体2から放出される放熱量が増大すると容易にバーンアウトを生じる可能性がある。これに対して、発熱体2の取付け部位に対応する領域で波形フィン12のフィンピッチを密にすると、波形フィン12の伝熱面積が増大して熱抵抗を低減できるため、発熱体2から放出される放熱量が増大してもバーンアウトの発生を防ぐことが可能である。

【0042】（変形例）本実施例の場合、図29に示した様に1枚の金属板を途中でフィンピッチが密となる様に成形しても良いが、図30に示す様に、元々フィンピッチの異なる別々の波形フィン12A、12Bを使用することもできる。また、図31に示す様に、容器3内全体にフィンピッチが均等に折り曲げられた波形フィン12を配置し、さらに発熱体2の取付け部位に対応する領域のみ波形フィン12よりフィンピッチの小さいフィン部材13を受熱壁5に接触させて配置しても良い。あるいは、図32に示す様に、発熱体2の取付け部位に対応する領域で受熱壁5の内壁面に凹凸5aを設けても良い。この場合、受熱壁5の表面積が増大して放熱性能を向上できるメリットがある。

【0043】（第9実施例）図33は沸騰冷却容器3の断面図である。本実施例では、発熱体2の取付け部位に対応する領域に断面積の大きい中実の伝熱部材14を配置し、その他の領域に波形フィン12を配置している。中実の伝熱部材14は、熱伝導性の高い金属材料（例えばアルミニウム）によって形成され、一端面（図33の下端面）が受熱壁5の内壁面に密着し、他端面が放熱壁6の内壁面に密着して一体ろう付け等により接合されている。この場合、受熱壁5から放熱壁6へ熱伝導するための伝熱面積を増大できるため、受熱壁5が放熱壁6の上側に配置された場合でも、発熱体2の熱をより早く冷媒Rへ伝えることができる。これにより、放熱性能を向上できる。

【0044】（第10実施例）図34は沸騰冷却装置1の断面図である。本実施例では、第1実施例に記載した沸騰冷却容器3（伝熱部材として柱部材8を具備する）を用い、且つ発熱体2の取付け部位に対応する領域で柱部材8の間に波形フィン12を配置している。波形フィン12は、その上下両端部が受熱壁5と放熱壁6とに接触するとともに、各折り曲げ部が柱部材8の壁面に接触して配置されている。これにより、波形フィン12の分だけ放熱面積が増大して放熱性能を向上できるとともに、受熱壁5から放熱壁6へ熱を伝達するための伝熱面

積を増大できるため、受熱壁5が放熱壁6の上側に配置された場合でも、バーンアウトを防ぐことが可能である。また、この場合、図35に示す様に、波形フィン12の柱部材8との接触部以外にスリット(穴)12dを設けることにより、冷媒Rの循環が波形フィン12によって妨げられるのを防止できるため、さらに放熱性能を向上できる。なお、波形フィン12は、発熱体2の取付け部位に対応する領域だけでなく、全ての柱部材8の間に配置しても良い。

【0045】(第11実施例)図36は沸騰冷却容器3の断面図である。本実施例では、波形フィン12の折り曲げ部の稜線に沿った方向(図36の上下方向)の両端と容器3の内壁面(周側壁7の内壁面)との間にクリアランスCが設定されている。これにより、クリアランスCを通して沸騰蒸気と凝縮液との移動が容易になるため、熱が周辺に拡散し易くなって放熱性能を向上できる。また、波形フィン12の両端だけでなく、図37に示す様に、中央部にもクリアランスCを設けることにより、発熱体2の取付け部位に対応する領域から沸騰蒸気が拡散されるとともに、凝縮液の戻りも容易になる。

【0046】(第12実施例)図38は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例の沸騰冷却容器3は、1枚の金属板によって形成される放熱壁6(または受熱壁5)と、受熱壁5(または放熱壁6)と周側壁7とが一体に形成されたケース15と、多数の柱状の伝熱部材16と、冷媒Rを注入するための注入パイプ9とから構成され、各部材の接触面にブレイジングシート(図示しない)を挟んで一体ろう付けされている。この構成によれば、伝熱部材16が容器3と別体であるため、伝熱部材16の形状を自由に設計できるとともに、自由な配置が可能である。また、柱状の伝熱部材16をケース15と一体に切削により形成する場合は、放熱壁6(または受熱壁5)に接合される伝熱部材16の端面の平面度を厳しく管理する必要があるため製造が困難であるが、伝熱部材16をケース15と別体で成形する場合は比較的容易に製造することができる。さらに、伝熱部材16に使用する金属材料を受熱壁5及び放熱壁6に使用する金属材料より柔らかくすることにより、放熱壁6と受熱壁5との間で伝熱部材16を押し潰して接合することも可能である。この場合、伝熱部材16を配置する閉空間の高さ(深さ)と伝熱部材16との寸法公差を比較的大きく設定できるため、製造が容易である。

【0047】(第13実施例)図39は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、伝熱部材16を円柱形状とした場合の一例を示すもので、第12実施例と同じ効果を得ることができる。

【0048】(第14実施例)図40は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、伝熱部材16を略円錐形状とした場合の一例を示すもので、第12実施例と同じ効果を得ることができる。

【0049】(第15実施例)図41は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、伝熱部材16として線状の部材を折り曲げたものを使用し、各折り曲げ部で受熱壁5及び放熱壁6と接触させている。この場合も、伝熱部材16の形状を自由に設計でき、且つ製造も容易である。

【0050】(第16実施例)図42は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、球状の伝熱部材16を使用した一例を示すもので、第12実施例と同じ効果を得ることができる。

【0051】(第17実施例)図43は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、棒状(円柱状)あるいはチューブ等の伝熱部材16を交互に重ねて使用した一例を示すものである。

【0052】(第18実施例)図44は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、伝熱部材16として押出成形品を使用した一例を示すもので、第17実施例と同様に、各伝熱部材16を交互に重ねて配置している。押出成形品の場合は、製品の高さや平面度を精度良く作ることができるため、受熱壁5及び放熱壁6とのろう付けを良好に行うことができる。

【0053】(第19実施例)図45は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、伝熱部材16として押出成形品を使用した他の例を示すものである。この伝熱部材16は、内部に複数の通路16aが貫通するチューブを用いたもので、各チューブを交互に重ねて配置している。チューブに形成された通路16aは、図45に示す様に、中央部で通路断面積が小さくなる様に設けられている。これにより、発熱体2の取付け部位に対応する領域で伝熱部材16を密に配置することができる。

【0054】(第20実施例)図46は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、コルゲートフィンを円形にした伝熱部材16を使用している。この伝熱部材16を収容するケース15は、図46に示す様に、伝熱部材16の形状(円形)に対応した円形の室15aを形成しても良い。

【0055】(第21実施例)図47は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例は、ケース15をプレス成形した場合の一例を示すものである。プレス成形では比較的薄い金属板を使用するため、平面度や強度等が必要な部分(例えば受熱壁5の表面や、注入パイプ9が接合される部位等)には、図47に示す様に、ケース15の外側から肉厚のある別部材17、18を一体ろう付けして使用しても良い。なお、伝熱部材16としては、上記第12実施例から第20実施例に示した何れかのものを使用することができる。勿論、これ以外の形状でも良いことは言うまでもない。本実施例の場合、容器3全体を一体ろう付けによって簡単に製造することができるとともに、上記の様に別部材17、18を使用することで各部毎に適正な肉厚を確保することが可能である。

【0056】(第22実施例)図48は沸騰冷却容器3の分解斜視図である。本実施例の沸騰冷却容器3は、複数のスリット19aが形成された金属板19を複数枚具備し、その複数枚の金属板19をスリット19aが交互に交差する様に重ね合わせ、その両外側にそれぞれ平板状の金属板から成る放熱壁6と受熱壁5とを重ねて構成され、受熱壁5及び放熱壁6とともに各金属板19を一体ろう付けして製造されている。この場合、受熱壁5及び放熱壁6を含む複数枚の金属板19を積層して容器3を構成できるため、切削加工や型成形等で製造する場合と比較して簡単に容器3を製造することができる。また、スリット19aの形状、容器3の大きさ等の設計自由度も高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】沸騰冷却装置の断面図である(第1実施例)。

【図2】図1のA-A線に沿う断面図である(第1実施例)。

【図3】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第1実施例)。

【図4】沸騰冷却容器の斜視図である(第1実施例)。

【図5】沸騰冷却装置の断面図である(第1実施例)。

【図6】柱部材の配置を示す沸騰冷却容器の断面図である(第1実施例)。

【図7】沸騰冷却装置の断面図である(第2実施例)。

【図8】沸騰冷却装置の断面図である(第2実施例)。

【図9】沸騰冷却装置の断面図である(第3実施例)。

【図10】図9のB-B線に沿う断面図である(第3実施例)。

【図11】沸騰冷却装置の断面図である(第4実施例)。

【図12】沸騰冷却装置の断面図である(第5実施例)。

【図13】沸騰冷却装置の断面図である(第5実施例)。

【図14】図12のC-C線に沿う断面図である(第5実施例)。

【図15】沸騰冷却装置の断面図である(第6実施例)。

【図16】図15のD-D線に沿う断面図である(第6実施例)。

【図17】沸騰冷却装置の斜視図である(第7実施例)。

【図18】沸騰冷却容器の断面図である(第7実施例)。

【図19】波形フィンの斜視図である。

【図20】開口部を有する波形フィンの斜視図である。

【図21】ルーバを有する波形フィンの側面図である。

【図22】ルーバを有する波形フィンの平面図である。

【図23】波形フィンの斜視図である。

【図24】波形フィンの断面図である。

【図25】沸騰冷却容器の断面図である(第7実施例)。

【図26】沸騰冷却容器の断面図である(第7実施例)。

【図27】沸騰冷却容器の断面図である(第7実施例)。

【図28】沸騰冷却容器の断面図である(第7実施例)。

【図29】沸騰冷却容器の断面図である(第8実施例)。

【図30】沸騰冷却容器の断面図である(第8実施例)。

【図31】沸騰冷却容器の断面図である(第8実施例)。

【図32】沸騰冷却容器の断面図である(第8実施例)。

【図33】沸騰冷却容器の断面図である(第9実施例)。

【図34】沸騰冷却装置の断面図である(第10実施例)。

【図35】図34のE-E線に沿う断面図である(第10実施例)。

【図36】沸騰冷却容器の断面図である(第11実施例)。

【図37】沸騰冷却容器の断面図である(第11実施例)。

【図38】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第12実施例)。

【図39】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第13実施例)。

【図40】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第14実施例)。

【図41】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第15実施例)。

【図42】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第16実施例)。

【図43】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第17実施例)。

【図44】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第18実施例)。

【図45】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第19実施例)。

【図46】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第20実施例)。

【図47】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第21実施例)。

【図48】沸騰冷却容器の分解斜視図である(第22実施例)。

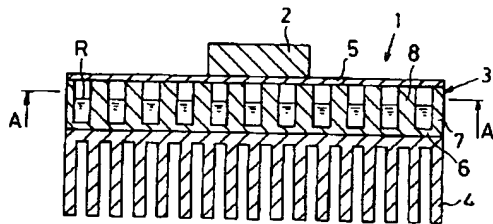
【符号の説明】

50 1 沸騰冷却装置

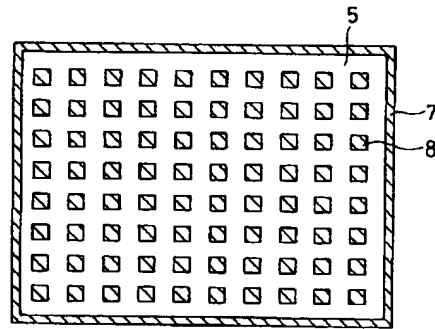
- 2 発熱体
3 沸騰冷却容器
4 放熱フィン
5 受熱壁
6 放熱壁
8 柱部材 (伝熱部材)
11 可動体
12 波形フィン (伝熱部材)
12a フィン壁面

- 12b 開口部
12c ルーバ
13 フィン部材
14 中実の伝熱部材 (第9実施例)
16 伝熱部材 (第12実施例～第22実施例)
19 金属板
19a スリット
R 冷媒

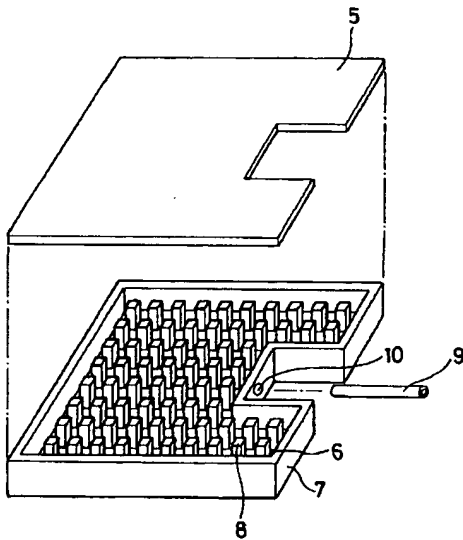
【図1】



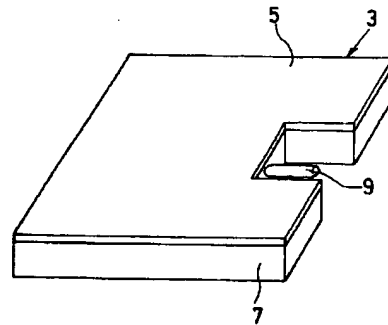
【図2】



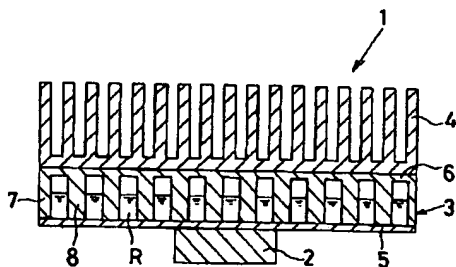
【図3】



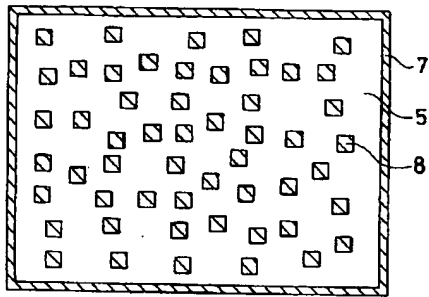
【図4】



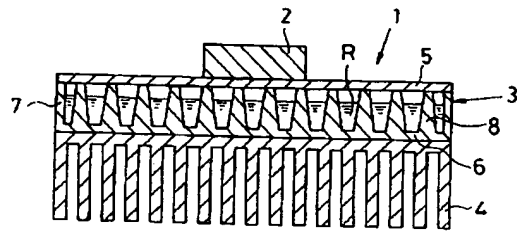
【図5】



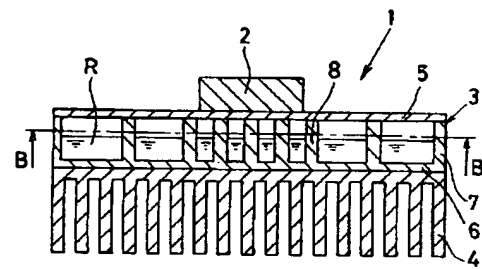
【図6】



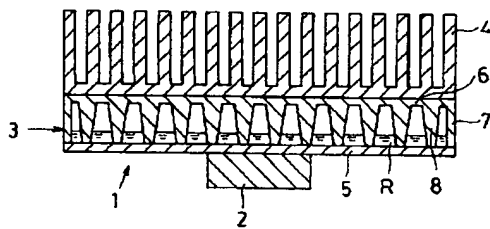
【図7】



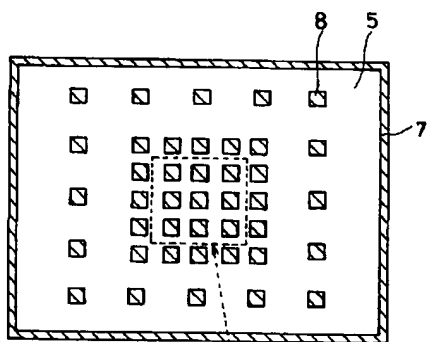
【図9】



【図8】

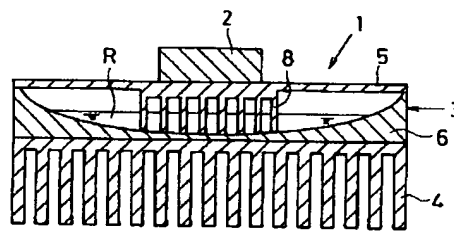


【図10】

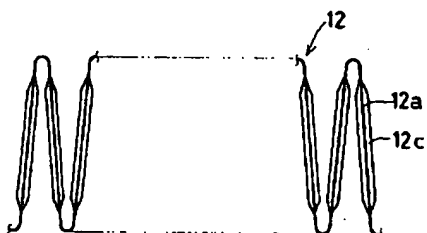


発熱体2の取付位置

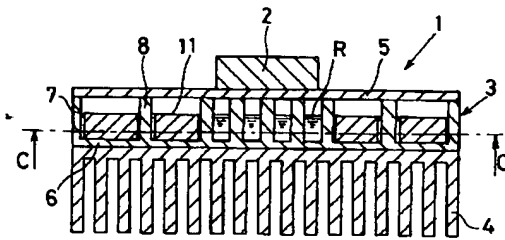
【図11】



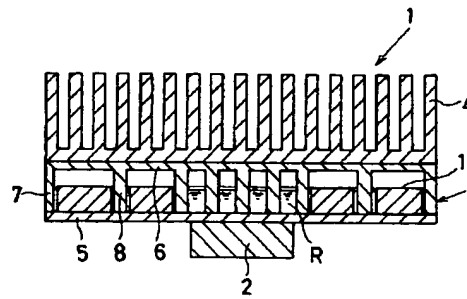
【図21】



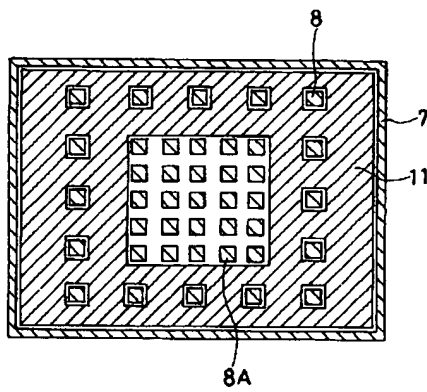
【図12】



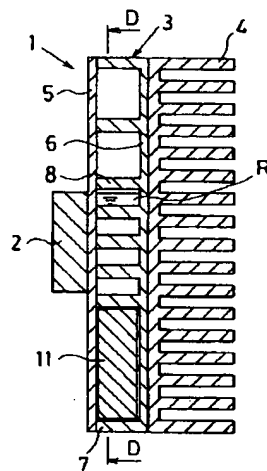
【図13】



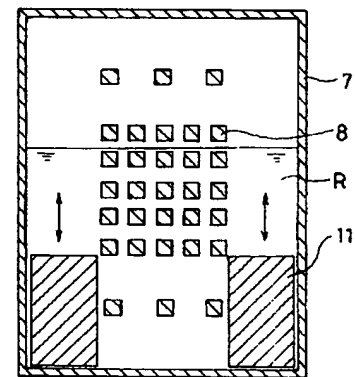
【図14】



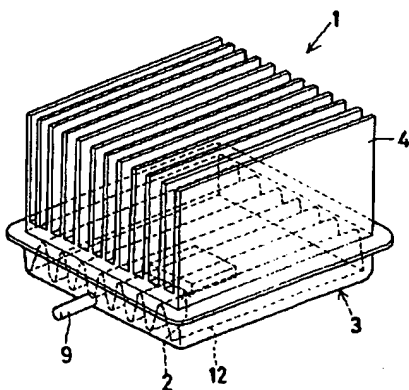
【図15】



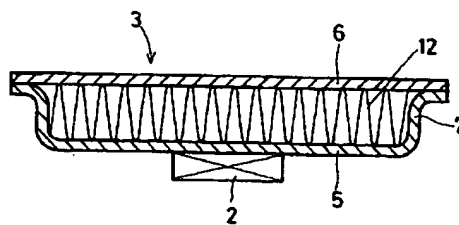
【図16】



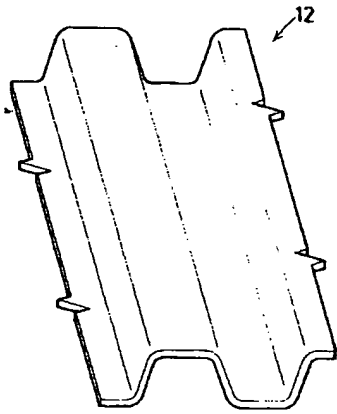
【図17】



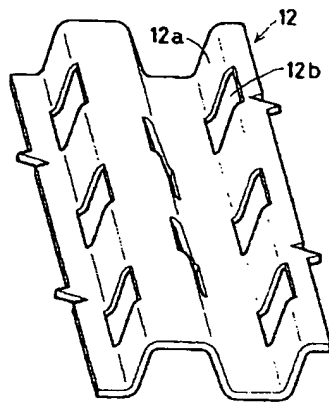
【図18】



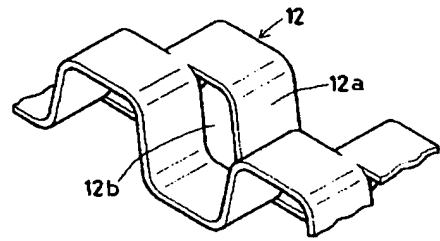
【図19】



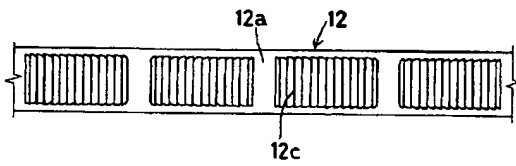
【図20】



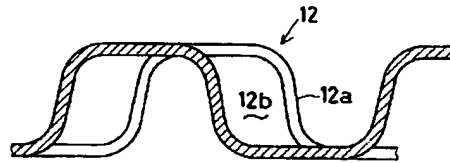
【図23】



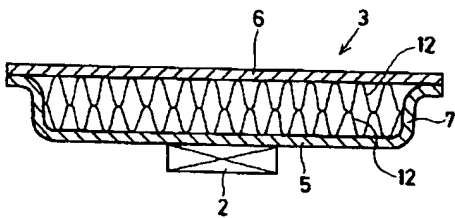
【図22】



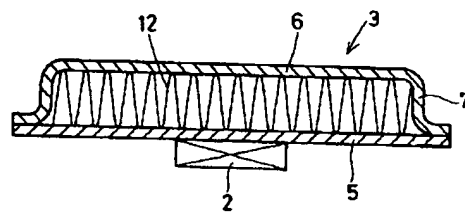
【図24】



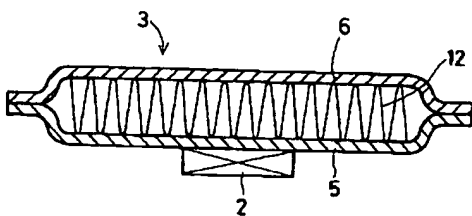
【図25】



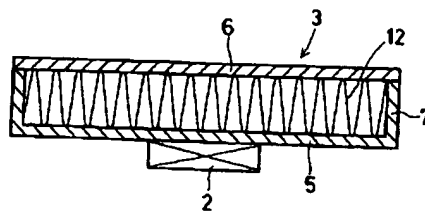
【図26】



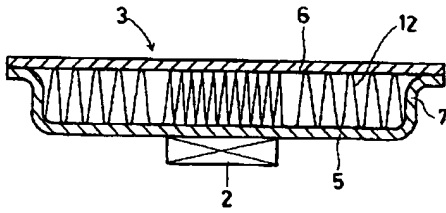
【図27】



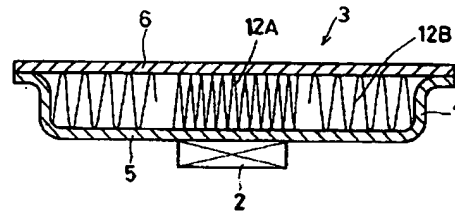
【図28】



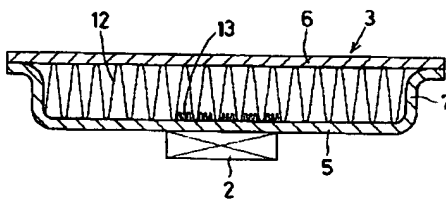
【図29】



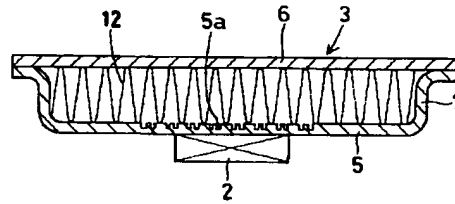
【図30】



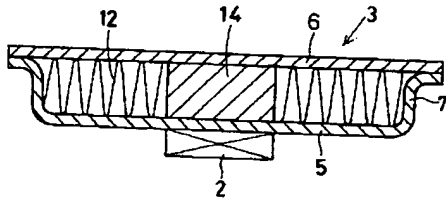
【図31】



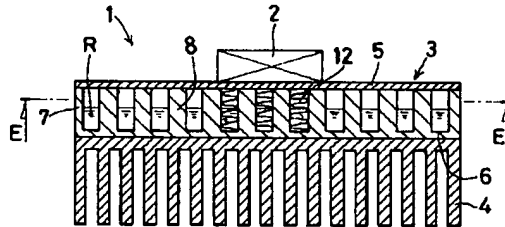
【図32】



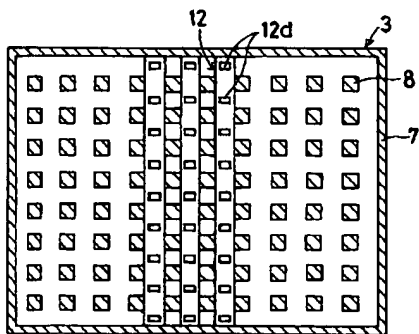
【図33】



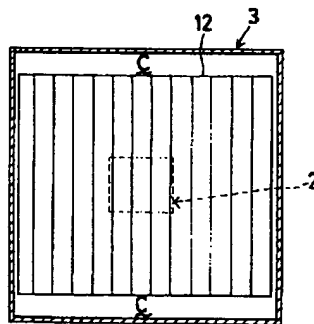
【図34】



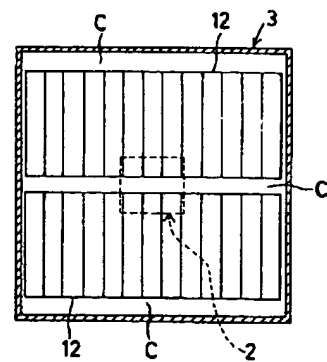
【図35】



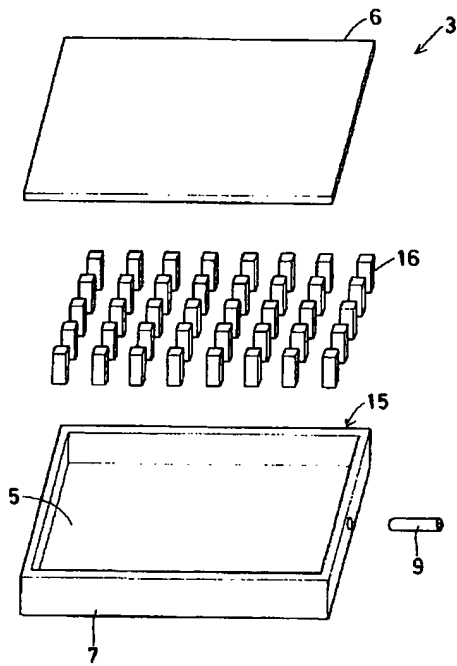
【図36】



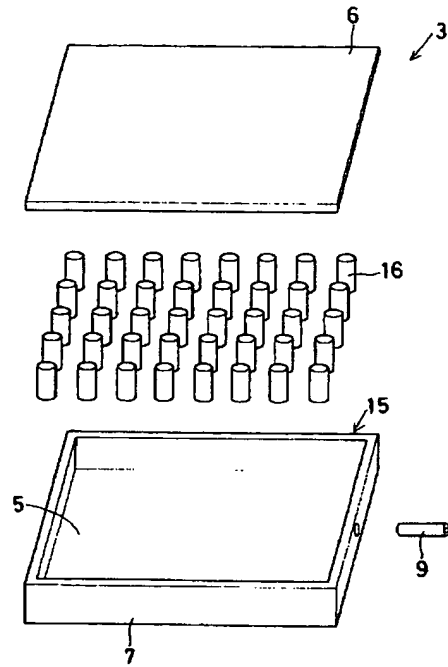
【図37】



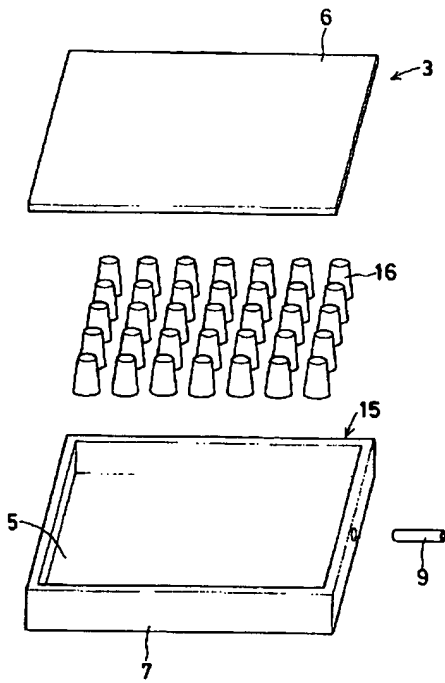
【図 38】



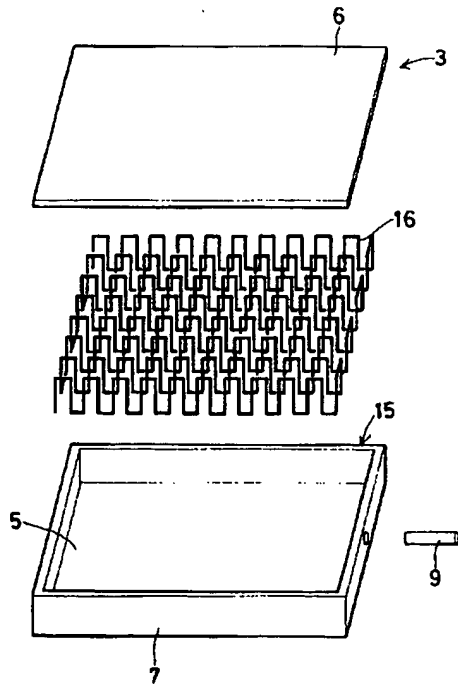
【図 39】



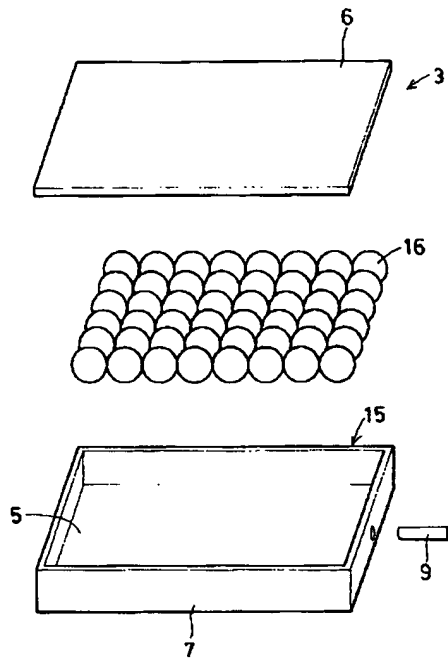
【図 40】



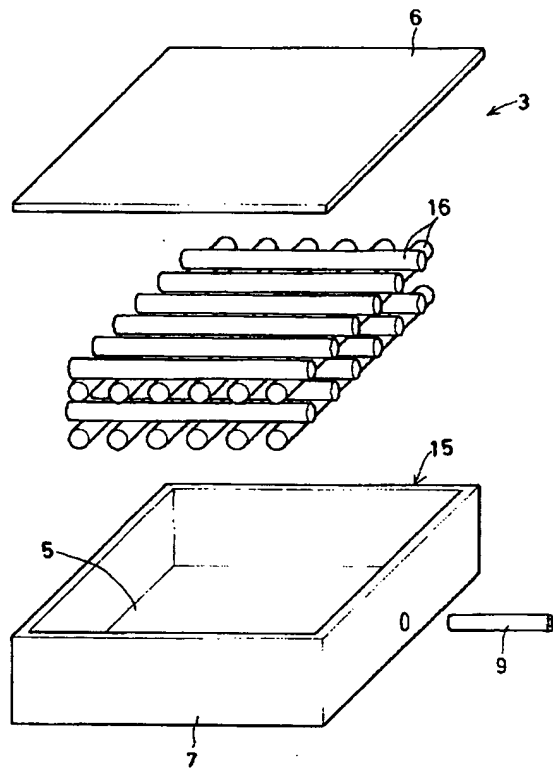
【図 41】



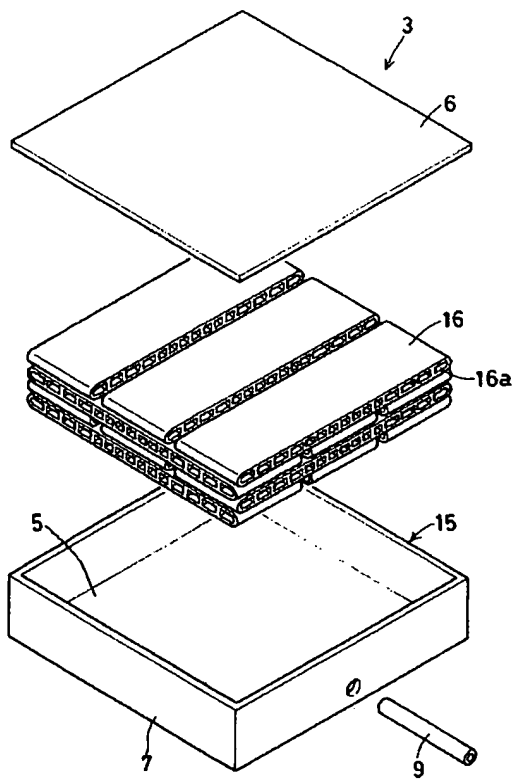
【図42】



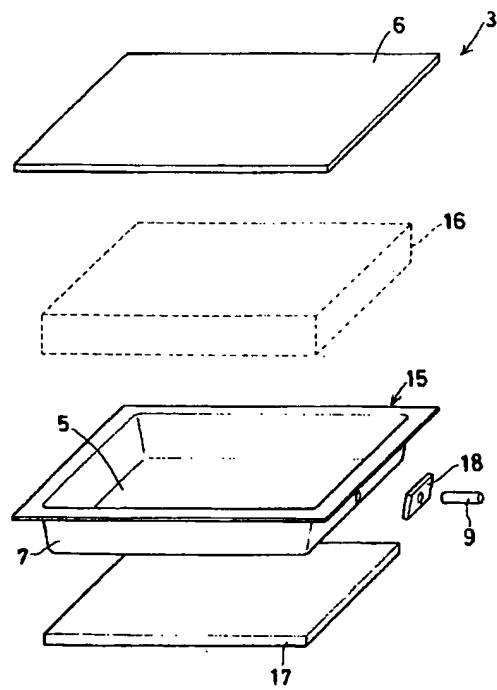
【図43】



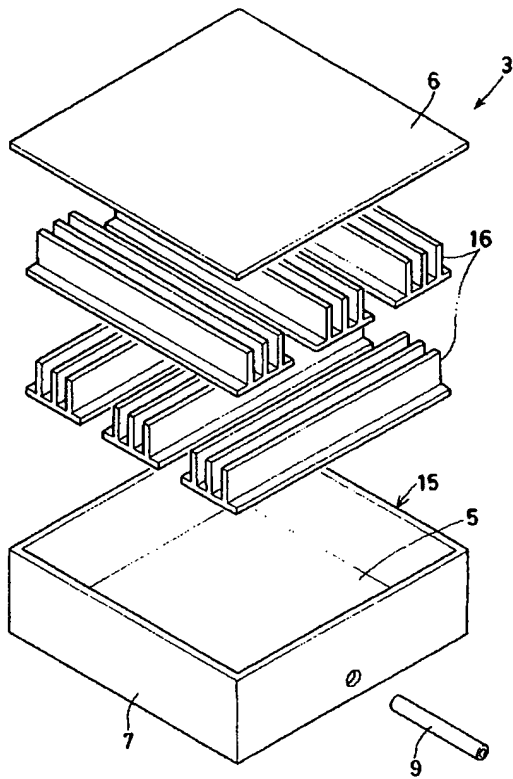
【図45】



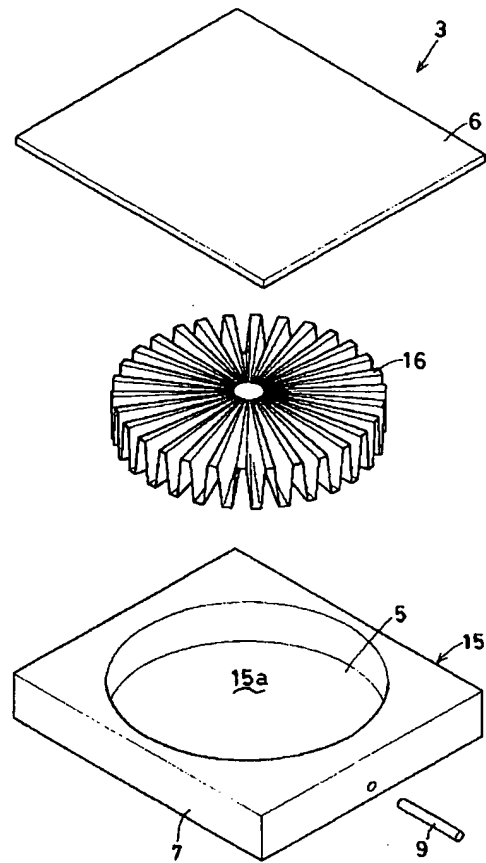
【図47】



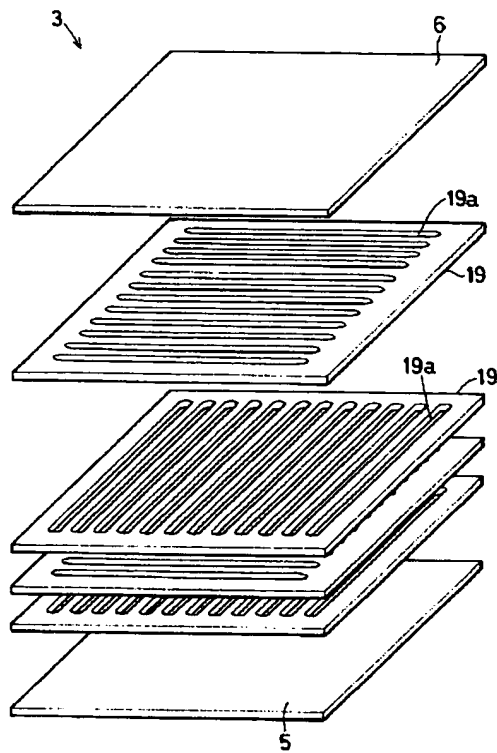
【図44】



【図46】



【図48】



フロントページの続き

(72)発明者 寺尾 公良
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.